

"Verfahren und Vorrichtung zum Eindüsen  
von Sauerstoff in einen Synthesereaktor"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen axialer Durchströmung des Gasgemisches durch ein Katalysatorbett.

Es gibt eine Reihe von katalytischen Verfahren, bei denen in einem Reaktor dem behandelnden Gas zusätzlich Sauerstoff zugeführt wird, etwa bei der sogenannten Oxidehydrierung von Propan oder Butan, wobei der Sauerstoff in den Oxidehydrierungsreaktoren dem einströmenden Gas vor dem Eintritt in den Katalysator beigemischt wird. Es hat sich gezeigt, daß insbesondere die unregelmäßige Durchmischung des in den Katalysator einströmenden Gases mit Sauerstoff zu unbefriedigenden Ergebnissen führt, sei es, daß es z.B. zu Rußbildung oberhalb des Katalysators kommt oder zur unzureichenden Wertstoffausbeute, etwa der Ausbeute an Propylen.

Hier setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, die Ein- und Durchmischung des Sauerstoffes oberhalb des Katalysators insbesondere für Oxidehydrierungsverfahren deutlich zu verbessern.

Mit einem Verfahren der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß der Sauerstoff einem über dem Katalysatorbett angeordneten Ringverteilersystem zugeführt wird und aus einer Vielzahl von Austrittsöffnungen im Ringverteiler in einem von der Senkrechten abweichenden schrägen Winkel auf die Katalysatoroberfläche aufgedüst wird. Dabei kann der Sauerstoff in

- 2 -

Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf vorliegen.

Es hat sich gezeigt, daß durch diese Verfahrensweise eine Durchmischung innerhalb sehr kurzer Zeit  $< 100$  ms erreicht wird, so daß die Reaktionszeit in Zonen mit überstöchiometrischen Sauerstoffkonzentrationen und die nicht katalytischen Reaktionen minimiert werden. Da die Vermischung im freien Raum stattfindet und die sauerstoffreiche Mischung keinen Kontakt mit Wänden bzw. dem Katalysator hat, wird die Schädigung von Werkstoffen durch den eingedüsten Sauerstoff minimiert.

Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Je nach Konstruktion des Reaktors kann es zweckmäßig sein, die Aufdüsung des Sauerstoffes nur in Richtung der Reaktormitte oder nur in Richtung auf die Reaktorwand oder auch in tangentialer Richtung durchzuführen, wobei selbstverständlich eine weitere Variante darin besteht, diese Einströmrichtungen des Sauerstoffes sowohl in der einen wie auch in der anderen Richtung gleichzeitig ggf. in verschiedenen Axialebenen vorzusehen. Mit den unterschiedlichen Anströmwinkeln kann man sich etwa bei einem Nachrüsten bereits bestehender Anlagen der jeweiligen Reaktorbauweise anpassen.

Als besonders zweckmäßig hat sich eine Verfahrensweise herausgestellt, die darin besteht, daß die Aufdüsung des Sauerstoffes in tangentialer Ausrichtung und je Ring des Ringverteilers in von Ring zu Ring des Ringverteilers wechselnder Ausrichtung erfolgt.

Eine weitere Verfahrensausgestaltung besteht darin, daß die Aufdüsung des Sauerstoffes in einer Ebene etwa 50-300 mm

- 3 -

oberhalb des Katalysatorbettes erfolgt, die eine Sauerstoffverweilzeit von  $\leq 1$  Sekunde im Raum oberhalb des Katalysatorbettes sicherstellt.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe sieht die Erfindung auch eine Vorrichtung vor, die sich auszeichnet durch einen Ringverteiler aus mehreren konzentrischen, mit Austrittsöffnungen versehenen Ringrohren oberhalb eines Katalysatorbettes, wobei die Austrittsöffnungen zur Abgabe des Sauerstoffes in einem von der Senkrechten abweichenden schrägen Winkel auf die Katalysatoroberfläche ausgebildet sind.

Die Gasaustrittsöffnungen können als Bohrungen oder Düsen ausgebildet sein.

Zum Stand der Technik seien an dieser Stelle einige Literaturstellen erwähnt. So DE-OS 43 33 372, die ein Herstellungsverfahren von Olefinen aus Methan enthaltenen Gasgemischungen offenbart, oder die US-5 935 489, die ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Synthesegasherstellung mit partieller Oxidation zeigt oder die US-Patentschriften 2 518 583, 2 809 981 oder 2 954 281. Der US-2 584 391 ist die Aufdüsung eines Reaktanden in von der Senkrechten abweichenden Richtungen zu entnehmen, um einen effektiveren Kontakt zwischen festen und gasförmigen Partikeln in einem fluidisierten Bett eines Reaktors zu erreichen. Einrichtungen zum Verteilen von Fluiden oberhalb von oder zwischen Katalysatorbetten zeigen die US-262 692, US-3 208 833 oder die US-3 685 971. Einen spiralförmigen Verteiler zeigt die WO 01/76731-A1.

Konstruktive Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den die Vorrichtung betreffenden Unteransprüchen.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung

- 4 -

ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnung. Diese zeigt in

Fig. 1 eine stark vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung nach der Erfindung sowie in

Fig. 2 eine Detailvergrößerung als Schnittzeichnung des Ringverteilersystems für den Sauerstoffeintrag sowie in den

Fig. 3 und 4 Prinzipskizzen der Aufströmrichtung von zwei Strahlen von Sauerstoffpartikeln auf das Katalysatorbett bei unterschiedlichen Auftreffwinkeln.

Der in Fig. 1 im Schnitt schematisch dargestellte, allgemein mit 1 bezeichnete Oxireaktor weist ein Gaseintrittsrohr 2 auf, das einen horizontal angeordneten Katalysator 3 zentrisch durchsetzt, wobei oberhalb des Katalysatorbettes im Reaktor ein Gasdom 4 ausgebildet ist.

Das zentrische Gaseintrittsrohr 2 wird von einem Ringverteiler 5 für Sauerstoff in Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf umgeben, wobei dieses Ringrohr 5 eine Mehrzahl von mit Austrittsöffnungen 6 ausgestatteten Ringrohren 7 speist, die oberhalb des Katalysators 3 angeordnet sind. Die Austrittsöffnungen 6 sind so angeordnet, daß der jeweilige Sauerstoffstrahl in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel auf die Katalysatoroberfläche auftrifft, wobei in Fig. 3 die senkrechte Auftreffsituation dargestellt ist und in Fig. 4 eine der erfindungsgemäßen Situationen.

- 5 -

In Fig. 1 ist der  $O_2$ -Eintritt in den Ringverteiler 5 lediglich durch Pfeile 8 angedeutet, auch der Gasaustritt des Reaktors ist nur angedeutet und trägt das Bezugszeichen 9.

Mit der auch in Fig. 4 angedeuteten schrägen Auftreffsrichtung des Sauerstoffstrahles auf das Katalysatorbett wird u.a. erreicht, daß eine großräumige Zirkulation des sauerstoffhaltigen Gases verhindert wird.

Wie in Fig. 3 angedeutet, treffen bei senkrechter Anströmung benachbarte Strahlen über dem Katalysator aufeinander, wodurch es zu einer zu vermeidenden Zirkulation kommen kann.

Natürlich ist das beschriebene Ausführungsbeispiel der Erfindung noch in vielfacher Hinsicht abzuändern, ohne den Grundgedanken zu verlassen, insbesondere können die Auftreffwinkel je nach Bauart des Reaktors auch in anderer Weise gewählt werden.

- 6 -

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen axialer Durchströmung des Gasgemisches durch ein Katalysatorbett, dadurch gekennzeichnet, daß der Sauerstoff in Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf einem über dem Katalysatorbett angeordneten Ringverteilersystem zugeführt wird und aus einer Vielzahl von Austrittsöffnungen im Ringverteiler in einem von der Senkrechten abweichenden schrägen Winkel auf die Katalysatoroberfläche aufgedüst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdüsung des Sauerstoffes in Richtung auf die Reaktormitte und/oder in Richtung auf die Reaktorwand und/oder in tangentialer Ausrichtung vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdüsung des Sauerstoffes in tangentialer Ausrichtung und je Ring des Ringverteilers in von Ring zu Ring des Ringverteilers wechselnder Ausrichtung erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdüsung des Sauerstoffes in einer Ebene etwa 50-300 mm oberhalb des Katalysatorbettes erfolgt, die eine Sauerstoffverweilzeit von  $\leq 1$  Sekunde im Raum oberhalb des Katalysatorbettes sicherstellt.

- 7 -

5. Vorrichtung zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen axialer Durchströmung des Gasgemisches durch ein Katalysatorbett, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Ringverteiler aus mehreren konzentrischen, mit Austrittsöffnungen (6) versehenen Ringrohren (7) oberhalb eines Katalysatorbettes (3), wobei die Austrittsöffnungen (6) zur Aufdüsung des Sauerstoffes in einem von der Senkrechten abweichenden schrägen Winkel auf die Katalysatoroberfläche ausgebildet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5 mit einem zentralen Gaseintrittsrohr, das das Katalysatorbett zentrisch durchsetzt, und mit einem Mischdom oberhalb des Katalysatorbettes, gekennzeichnet durch einen das zentrische Gasführrohr (2) umgebenden Sauerstoffringverteiler (7).
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringverteiler aus einer Mehrzahl von coaxial positionierten Ringrohren (7) gebildet ist mit Gasaustrittsöffnungen (6), die eine Gasströmung in Richtung auf die Reaktormitte und/oder Reaktorwand und/oder in tangentialer Richtung gewährleisten.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Gasaustrittsöffnungen (6) unterschiedliche Strömungsausstrittsrichtungen aufweisen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet,

- 8 -

daß die Gasaustrittsöffnungen (6) in wechselnder Folge zu benachbarten Austrittsöffnungen eines benachbarten Ringrohres ausgerichtet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Gasaustrittsöffnungen (6) als Bohrungen oder Düsen ausgebildet sind.



- 9 -

Zusammenfassung:

Mit einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen axialer Durchströmung des Gasgemisches durch ein Katalysatorbett, soll die Ein- und Durchmischung des Sauerstoffes oberhalb des Katalysators insbesondere für Oxidehydrierungsverfahren deutlich verbessert werden.

Dies wird dadurch erreicht, daß der Sauerstoff in Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf einem über dem Katalysatorbett angeordneten Ringverteilersystem zugeführt wird und aus einer Vielzahl von Austrittsöffnungen im Ringverteiler in einem von der Senkrechten abweichenden schrägen Winkel auf die Katalysatoroberfläche aufgedüst wird.

Hierzu zu veröffentlichende Zeichnung: Fig. 2.

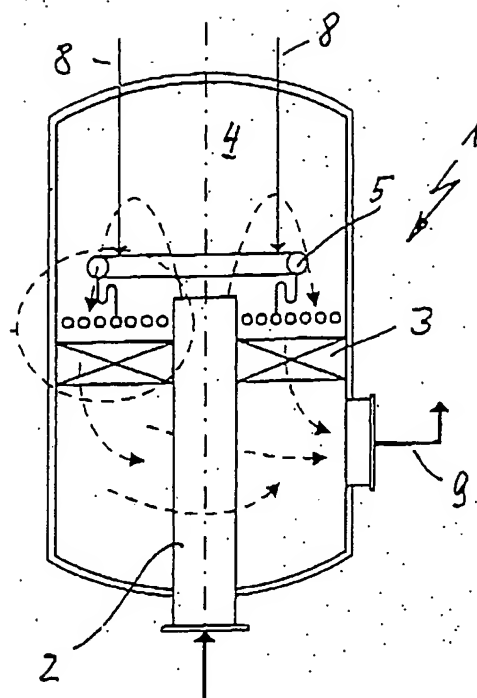


Fig. 1

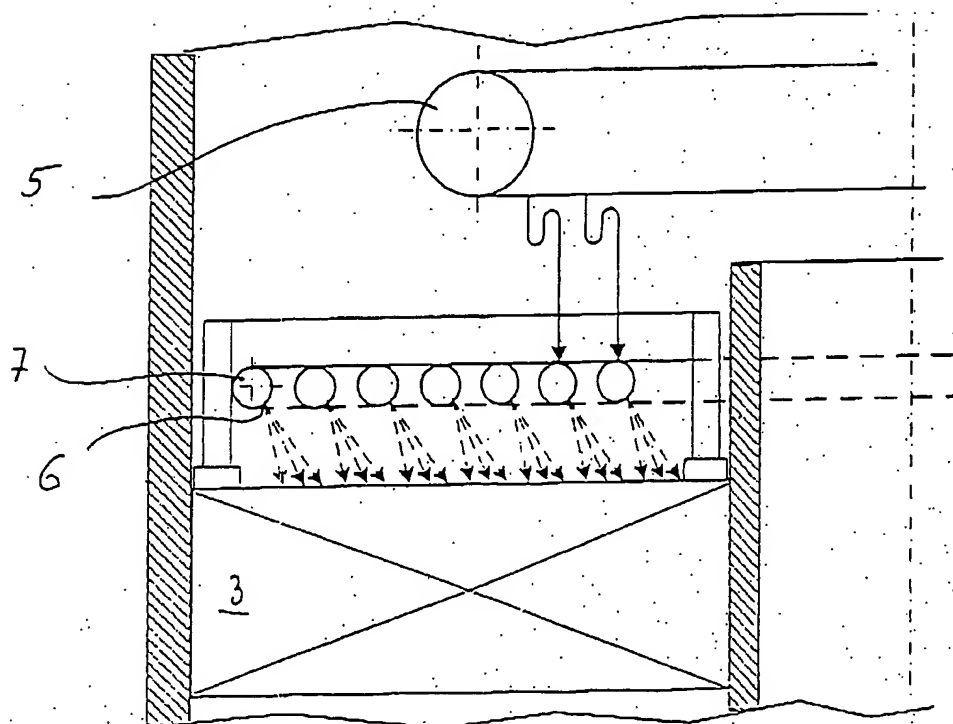
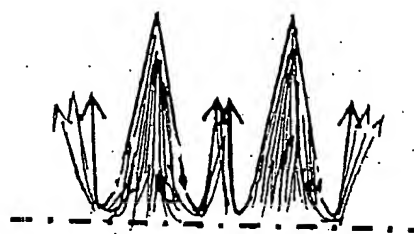
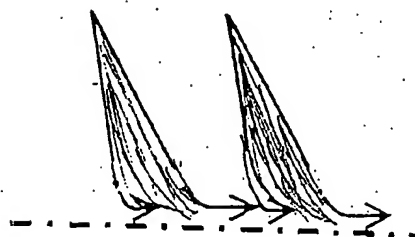


Fig. 2



Strahlen senkrecht zum Kat

Fig. 3



Strahlen schräg zum Kat

Fig. 4